

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-109023

(43)Date of publication of application : 28.04.1997

(51)Int.Cl.

B24B 49/12
H01L 21/304

(21)Application number : 08-106756

(71)Applicant : NOVA MEASURING INSTR LTD

(22)Date of filing : 26.04.1996

(72)Inventor : DVIR ERAN
MOSHE FINAROV
HAIMOVICH ELI
SHULMAN BENJAMIN

(30)Priority

Priority number : 95 113829 Priority date : 23.05.1995 Priority country : IL

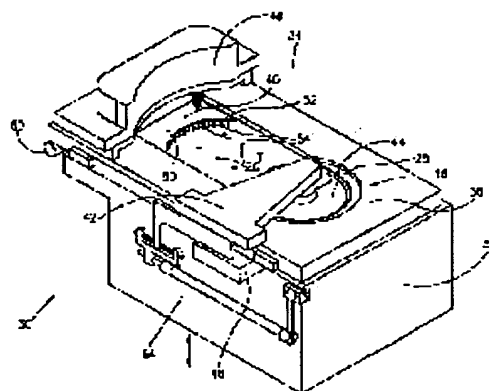
(54) WAFER POLISHING MACHINE, THICKNESS MEASURING UNIT, METHOD OF KEEPING WAFER IN WATER, AND THICKNESS MEASURING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To polish a wafer correctly into desired thickness by providing a polishing unit for polishing the uppermost layer of the wafer in the presence of water, and a thickness measuring unit for measuring the thickness of the uppermost layer while the wafer is submerged in water.

SOLUTION: A measuring system 30 includes an optical system 32 and a grip system 34 put in action in connection with a water truck 36. An optical system measuring the thickness of the uppermost layer of a wafer is used as the optical system 32. The grip system 34 includes a gate 40 with an edge 52 of such shape as to be conformed to the curved edge of a liftable wafer 25, a shiftable gripper 42, a vacuum pad 44, and a vacuum system 46, and the gate 4 is controlled to elevate by lifting mechanism 48. The vacuum pad 44 is fitted to the end part of the gripper 42 and the wafer 25 is lifted by the gripper 42 to move the wafer 25 from a wafer collecting position to a wafer measuring position.

After completing the surface measurement of the wafer 25 by the optical system 32, the wafer 25 is returned into its original position.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than

the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-109023

(43)公開日 平成9年(1997)4月28日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 4 B 49/12			B 2 4 B 49/12	
H 0 1 L 21/304	3 2 1		H 0 1 L 21/304	3 2 1 M

審査請求 未請求 請求項の数15 OL (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平8-106756

(22)出願日 平成8年(1996)4月26日

(31)優先権主張番号 1 1 3 8 2 9

(32)優先日 1995年5月23日

(33)優先権主張国 イスラエル (I L)

(71)出願人 596058797

ノバ・メジャリング・インストゥルメン
ツ・リミテッド
NOVA MEASURING INST
RUMENTS, LTD.
イスラエル、76100 レホボット、ビー・
オー・ビー・266、ウェイツマン・サイエ
ンティフィック・パーク (番地なし)

(72)発明者 エラン・ドビール

イスラエル、53406 ギバタイム、ハバル
マック・ストリート、15

(74)代理人 弁理士 深見 久郎 (外3名)

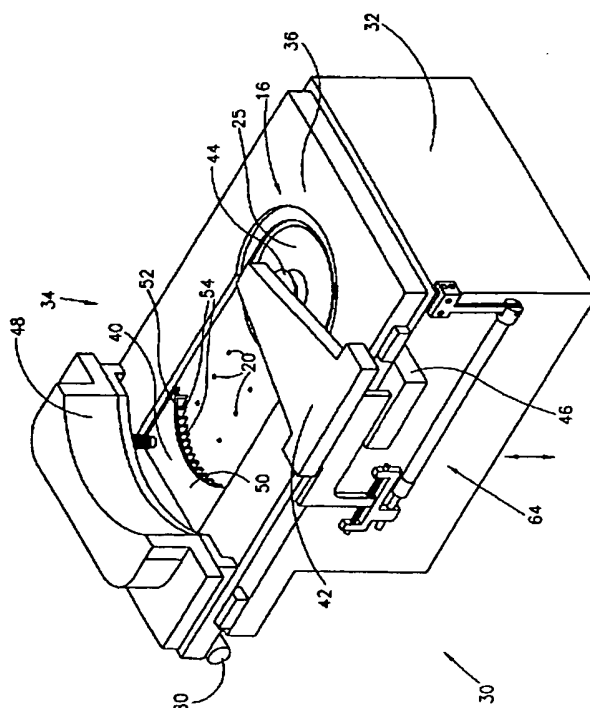
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ウェハ研磨機、厚さ測定ユニット、ウェハを水の中に収める方法、および厚さを測定する方法

(57)【要約】

【課題】 研磨の間にウェハを検査するための光学系含む、研磨機の出口ステーション内に装着可能なウェハの最上層の厚さを測定するための測定システムを、提供する。

【解決手段】 光学系(32)は、窓を通してウェハを見、ウェハを予め定められた見える位置に収めかつパターンニングされた表面を完全に水面下に維持する掴みシステムを含む。光学系(32)はまた、測定より先に、測定システムを水平面よりわずかに下に引下げるための引下げユニットをさらに含み、その後で測定システムを水平面に戻す。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 厚さを測定することができるウェハ研磨機であって、

- a) 水のあるところでウェハの最上層を研磨するための研磨ユニットと、
- b) 前記ウェハが前記水の中で浸されている間に前記最上層の厚さを測定するための、前記研磨機に取付けられた厚さ測定ユニットとを含む、ウェハ研磨機。

【請求項2】 前記研磨機は、前記水が中に流れる出力トラックを含み、前記出力トラックは、窓が中に取付けられた底部表面を含む、請求項1に記載の研磨機。

【請求項3】 前記厚さ測定ユニットは、

- a) 前記ウェハとほぼ同様の曲率半径を有する湾曲したゲートを含み、前記湾曲したゲートは掴み位置に置かれ、前記厚さ測定ユニットはさらに、
- b) 前記ウェハを前記掴み位置から、前記窓の上に置かれた水の層の上の測定位置に動かすための掴み具と、
- c) 前記窓および前記水の層を通して前記最上層の前記厚さを測定するための、前記窓の下に取付けられた光学系とを含む、請求項2に記載の研磨機。

【請求項4】 少なくとも前記底部表面を水平面より下に引下げるための引下げユニットをさらに含む、先行する請求項のうちのいずれかに記載の研磨機。

【請求項5】 ウェハの最上層の厚さを測定するために、研磨機の水トラックに取付ける厚さ測定ユニットであって、

- a) 前記ウェハとほぼ同様の曲率の半径を有する湾曲したゲートを含み、前記湾曲したゲートは、掴み位置に置かれ、前記厚さ測定ユニットはさらに、
- b) 前記水トラックの下部表面に取付けられた窓と、
- c) 前記ウェハを前記掴み位置から、前記窓の上に置かれた水の層の上の測定位置に動かすための掴み具と、
- d) 前記窓の下に取付けられ、前記窓および前記水の層を通して前記最上層の前記厚さを測定するための光学系とを含む、厚さ測定ユニット。

【請求項6】 前記掴み具は、前記掴み具に取付けられた掴みパッドを含み、前記掴みパッドの対称軸は水平面に対してある角をなしている、請求項5に記載のユニット。

【請求項7】 前記掴みパッドは、ふいご形状のパッドを含み、前記パッド内で吸着を生み出すための真空ポンプと関連して動作する、請求項6に記載のユニット。

【請求項8】 前記厚さ測定ユニットは、

- a) 底部表面に窓を有する水槽と、
- b) 前記ウェハを前記水槽の上の掴み位置から、前記窓の上に置かれた水の層の上の測定位置に動かすための掴み具と、
- c) 前記窓の下に取付けられ、前記窓および前記水の層を通して前記最上層の前記厚さを測定するための光学系とを含む、請求項1に記載の研磨機。

【請求項9】 ウェハの最上層の厚さを測定するために水槽に取付ける厚さ測定ユニットであって、

- a) 水槽と、
- b) 前記水槽の底部表面に取付けられた窓と、
- c) 前記ウェハを、前記水槽の上の掴み位置から、前記窓の上に置かれた水の層の上の測定位置に動かすための掴み具と、
- d) 前記窓の下に取付けられ、前記窓および前記水の層を通して前記最上層の前記厚さを測定するための光学系とを含む、厚さ測定ユニット。

【請求項10】 前記掴み具は前記掴み具に取付けられた掴みパッドを含み、前記掴みパッドの対称軸は水平面に対してある角をなしている、請求項9に記載のユニット。

【請求項11】 ウェハの下に泡を実質的に生成することなく該ウェハを水の中に収める方法であって、前記ウェハの面が前記水の表面に対してある角度をなすように前記水の中に前記ウェハを浸すステップを含む、ウェハを水の中に収める方法。

【請求項12】 前記水の表面下の測定窓に平行な表面に対して前記ウェハを押付けるステップを含む、請求項11に記載の方法。

【請求項13】 ウェハを研磨機から取除く前に該ウェハの研磨された最上層の厚さを測定する方法であって、

- a) 前記ウェハを掴み位置から上に引上げるステップと、
- b) 前記ウェハを前記掴み位置から測定位置に動かすステップと、
- c) 前記水の表面下の前記測定位置に前記ウェハを収めるステップとを含む、しかし前記水の薄い層は窓の上に置かれており、さらに、
- d) 前記窓および前記水の層を通して前記最上層の前記厚さを測定するステップとを含む、ウェハの研磨された最上層の厚さを測定する方法。

【請求項14】 前記収めるステップは、前記ウェハの面が前記水の表面に対してある角度をなすように前記ウェハを前記水の中に浸すステップを含む、請求項13に記載の方法。

【請求項15】 前記水は、水槽の中に保持され、前記動かすステップは、前記水を前記測定位置の方に動かすために前記水槽の下部表面の角度を変えるステップを含む、請求項13および14のいずれかに記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の分野】この発明は一般的にウェハ研磨装置に関し、特にそのような装置に組込まれる測定システムに関する。

【0002】

【発明の背景】ウェハ研磨システムは当該技術において既知である。それらは半導体ウェハの最上層を所望の厚

さまで研磨する。そのようにするために、研磨プロセスの間、ウェハは水のスラリーおよび化学薬品に浸される。一旦ウェハが研磨されて洗い流されると、ある会社には「水トラック」として既知の出口ステーションに収められ、その後そのウェハはウェハのカセットの中に収められる。カセットは一杯になるまで水槽の中に維持され、その後カセット全体が洗浄ステーションに運ばれ、カセットの中のウェハにまだ残っている何らかの化学薬品およびスラリー粒子を去除してウェハを乾かす。洗浄の後、ウェハは測定ステーションに運ばれて、研磨機がそれらの最上層の所望の厚みを生成したかどうかを判断する。

【0003】ここで簡単に参照されている図1は、アメリカ合衆国アリゾナ州フェニックス (Phoenix, Arizona, USA) の IPEC ウエステック (IPEC Westech) によって製造された #372 研磨機の水トラックなどの先行技術の水トラックを示す。10 とラベル付けされた水トラックは、フレーム12とベース14とを含む。フレーム12は、穴16から水流18を出すジェット (図示せず) に連結されたジェット穴16を有する。ベース14は、穴20から少量の水22を泡立たせる噴水装置 (図示せず) に連結された穴20を有する。ウェハ25がパターン側を下向きにして水トラック10中に落とされると、ジェットおよび噴水装置は活性化される。水ジェットからの水流18は、ウェハ25を矢印24によって示された方向に動かすように働く。少量の水流22によって、ウェハ25はベース14からわずかに離れるように押し動かされかつ、ウェハ25がトラックを通り過ぎる間にウェハがベース14と擦れ合うことがないためにウェハのパターンに引っ掻き傷ができないことが確実になる。

【0004】他の会社も、出口ステーションがカセットそのものから形成される研磨機を製造している。そのような研磨機は、アメリカ合衆国、カリフォルニア州、サン・ルイス・オビスポ (San Luis Obispo, California, USA) の R. ハワード・ストラスバーク・インコーポレイテッド (R. Howard Strasbaugh Inc.) の 6DS-SP 研磨機に見られるように製造されている。

【0005】

【発明の概要】この発明の目的は、研磨機械内に、より特定的には研磨機の出口ステーション内に装着可能な測定システムを提供することである。

【0006】この発明の好ましい実施例に従えば、この発明は、出口ステーションの窓を通してウェハを見る光学系と、出口ステーション内の予め定められた見える位置にウェハを収め一方でパターンニングされた表面を完全に水面下にある状態に保つ掴みシステムとを含む。この発明はまた、測定より先に測定システムを水平面よりわずかに下に引っ張るための引下げユニットを含み、その後で測定システムを水平面の位置に戻す。

【0007】この発明の第1の好ましい実施例に従えば、掴みシステムは、ウェハを予め定められた位置に集合させる持上げ可能なゲートと、ウェハを掴みそれを見える位置に運んで水平面に対してなされる小さな角度に沿って水の中にウェハを浸す掴み具とを含む。掴み具はまた、測定動作の間にウェハを適所に保持し、その後それはウェハを解放し、持上げ可能なゲートは上に上がる。

【0008】この発明は、ウェハ表面にほとんど泡が生じないように物体を水に浸す方法を組入れる。この発明の方法は好ましくは、その表面を水平面に対して小さな角度をなすように保持しながらその物体を浸すステップを含む。

【0009】第2の実施例において、測定システムは、水槽とその上の掴みシステムとを含む。掴みシステムはウェハを受取るウェハ保持エレメントと、初期位置がウェハの予想受取り位置より上にある掴み具とを含む。掴み具は、ウェハが水平面に対してある角度をなして水中に浸されるように可撓性をもってピストンにある角をなして連結される。

【0010】この発明は、図面と関連した以下の詳しい説明からより十分に理解されかつ評価されるであろう。

【0011】

【発明の詳しい説明】図2を参照して、これは、IPEC ウエステック機械などの研磨機内に装着可能な測定ユニットを示し、測定システムは、この発明の好ましい実施例に従ってかつ図2の測定システムの一部分を形成する掴みシステムの動作を示す図3、図4、図5、図6、図7および図8に合わせて構成されかつ動作する。前で議論された水トラックのエレメントを参照するために同様の参照番号が用いられる。

【0012】30とラベル付けされた測定システムは、水トラック36と関連して動作する光学系32と掴みシステム34とを含む。光学系32は、水を通してウェハの最上層の厚さを測定する何らかの光学系であり得る。図9は、そのような光学系の一例を提供する。他の光学系もまたこの発明内に組入れられる。

【0013】掴みシステム34は、持上げ可能なゲート40と、移行可能な掴み具42と、真空パッド44と、真空システム46とを含む。ゲート40は、必要に応じてゲート40を上げ下げするリフティング機構48によって制御される。ゲート40は、湾曲した外縁52を伴う上部表面50と、上部表面から水の中に向かって下向きに延びる複数の突出部54とを有する。突出部54によって、ゲート40がその上に下りる下側表面が与えられ、一方で、水がゲート40を通ることが可能になる。湾曲した端縁52はウェハ25の湾曲した端縁に適合するような形状になっているので、ゲート40の位置が下げられたとき、ゲート40はウェハ25が水トラックから移動しないようにしかつウェハ25を繰返し可能な位

置に保持する。

【0014】 掴み具42は、湾曲した端縁52によって規定されたウェハ集合位置と図2のウェハ25によって示されたウェハ測定位置との間を移行する。図2では見えないが、ウェハ測定位置における水トラックのベースは窓60（図3～図9）に取り換えられており、光学系32はウェハ25のパターニングされた表面62を見ることができる。説明の目的のために、パターニングされた表面62は図では誇張して示されている。

【0015】 掴み具42は何らかの移行システムによって移行され得る。1つのそのようなシステムの例が図2に与えられており64とラベル付けされる。

【0016】 真空パッド44は典型的にはふいご形状のパッドであって、掴み具42の端部に取付けられており、真空システム46に連結されている。真空パッド44は吸着を生じさせるので、掴み具42はウェハ25を持ち上げてそれをウェハ集合位置からウェハ測定位置に動かすことができる。さらに、真空状態は測定の間維持されており、測定が一旦完了するときのみ解放される。

【0017】 図3～8は、掴みシステム34の動作を示す。最初に、図3に示されているように、水トラックの70とラベル付けされたジェットおよび72とラベル付けされた噴水装置が動作してゲート40が降下する。研磨機（図示せず）はウェハ25を水トラック内に収め、ジェット70からの水流18によりそのウェハ25はゲート40の方向に押される。掴み具42は図3～8の左側に示されたウェハ集合位置にある。

【0018】 図4に示されているように、一旦ウェハ25がウェハ集合位置に来ると、掴み具42は真空パッド44を降ろしてウェハ25を掴み取る。掴み具42は、命じられるままに真空パッド44を上下に動かすことができるピストンなどの何らかの適切な機構から形成され得る。噴水装置72が動作しているので、少量の水流22はウェハ25を水トラックのベース14から離れた状態に維持する。

【0019】 そして掴み具42はウェハ25を水から引上げて（図5）、ジェット70は非活性化される。この発明の好ましい実施例に従えば、真空パッド44の対称軸74は、垂直軸76から小さな角度 α をなして形成される。結果として、ウェハ25の長軸75は水平軸78に対して同じ小さな角度 α をなしている。角度 α は典型的には2～5°の範囲にある。

【0020】 次いで、図4～8の右側に示されているように、移行ユニット64は、掴み具42をウェハ測定位置に動かす。同時に、図6に示されているように、引下げ機構は、水トラック、掴み、および光学系ユニット全体を蝶番80（図2～8）を中心に（1～3°の角度だけ）わずかに下げて、水をウェハ測定位置の方向に向ける。水を測定位置の方向に向ける他の方法もまたこの発明に組入れられる。

【0021】 水トラックが下がると、掴み具42によってウェハ25が窓60の方向に下げられる。真空パッド44がある角度に傾けられているので、ウェハ25は一度に水に入らない。代わりに、ウェハ25は漸進的に水に入る。最初に、82とラベル付けされた方だけが浸水する。掴み具42が真空パッド44をさらに下向きに押せば押すほど、ウェハ25はさらに浸水し、ついにはウェハ25全体が水の中に入る。真空パッド44は十分な可撓性があるのでウェハ25の角度変化に対処することができる。

【0022】 ウェハを水に漸進的に浸すことによって、ウェハ25のパターニングされた表面の近くに泡ができるとしてもごく少ない。

【0023】 ウェハ25は窓60に支えられているのではないことが注目される。代わりに、ウェハ25は突出表面84によって支えられており、ウェハ25と窓60との間に水の層86ができるようになっている。ウェハ25が漸進的に浸水するためにその層86に泡ができたとしてもごく少ないので、光学系32とウェハ25のパターニングされた表面62との間に均一な接続媒体を与える。

【0024】 一旦光学系32がウェハ25のパターニングされた表面62の測定を終了すると、ウェハ25が取付けられた状態で掴み具42は真空パッド44をその上部位置に戻す。引下げ機構は蝶番80を中心に水トラックを回転させてその元の位置に戻し、ゲート40は持ち上げられて、ジェット70および噴水装置72は活性化される。真空システム46は真空状態を解放してウェハ25は水トラックの中に落ちる。水の流れによって、ウェハ25は、現在持ち上げられた状態のゲート40の方向に移動してその下へ動く。センサ90はウェハ25がいつ水トラックからうまく移動したかを決定する。ここで上述されたプロセスが次のウェハに対して始まり得る。

【0025】 図9を参照して、適切な光学系32の一例が概略的に示されている。光学系32は顕微鏡ベースの分光光度計であって、対物レンズ100と、集束レンズ102と、ビームスプリッタ104と、ピンホールミラー106と、リレーレンズ108と、分光光度計110とを含む。それはさらに、光源112と、コンデンサ114と、荷電結合素子（CCD）カメラ116と、第2のリレーレンズ118とを含む。

【0026】 光源112からの光は、光ファイバ113に沿ってコンデンサ114に与えられる。次に、コンデンサ114はその光をビームスプリッタ104の方向に導く。ビームスプリッタ104はその光をレンズ102および100ならびに窓60および水の層86を介してウェハ表面の方に導く。

【0027】 パターニングされた表面62からの反射した光は、対物レンズ100によって集められ、レンズ102によってピンホールミラー106の上に集束され

る。リレーレンズ108はピンホールミラー106を通った光を受取り、かつそれを分光光度計110に集束させる。

【0028】ピンホールミラー106は分光光度計110の方向にその穴から光を通し、ミラー表面に当たった光をCCDカメラ116の方向に導く。第2のリレーレンズ118は、ピンホールミラー106から反射した光を受取って、それをCCDカメラ116に集束させる。

【0029】ピンホールはレンズ102の焦点面である像面の中央に置かれているので、それは開口絞りとして作用し、光ビームの視準された部分だけを通過させる。このため、ピンホールは、システムにおけるどんな散乱光をも低減する。リレーレンズ108はピンホールから光を集めてそれを分光光度計110に与える。

【0030】さらに、ピンホールは光学結像系（レンズ100および102）の像面に置かれているので、ウェハ25の表面から反射されかつピンホールの大きさを倍率で除算したものに等しい大きさである光の部分だけがピンホールを通る。リレーレンズ118はその光を集めてそれをCCDカメラ116に集める。

【0031】ピンホールは、ウェハ25の像において測定点を位置決めするよう働く。ピンホールは、光を、CCDカメラ116の方に反射させるのではなく、ピンホールに通過させるので、ピンホールはレンズ118によって生み出される像におけるはっきりとした暗いポイントとして現れる。このため、CCD像を見ると、測定点の位置はその暗い点の位置であるので、すぐにわかる。

【0032】ここで図10～14を参照して、水トラックを有さない、ストラスバーグによって製造される研磨機と同様の研磨機において、この発明の厚さ測定が実現されるのを示す。この実施例では、研磨機または外部ロボット（図示せず）がウェハ25を研磨機の出口ステーションに運ぶ。測定が終了すると、ロボットはウェハ25を別の出口ステーションにあるそれらのカセットに運ぶ。図10は上面図であり、図11、図12および図13は3つの状態にある測定ステーションを示す。

【0033】測定ステーション130は、掴みユニット132と、光学系134と、水槽136とを含む。光学系134は水槽136の下方に置かれ、上述のシステムなどの何らかの適切な光学系であり得る。前の実施例にあるように、水槽136にはその底部表面に図11の140とラベル付けされた窓があり、その窓を通して光学系134はウェハ25を照明することができる。

【0034】掴みユニット132は、2つの支持エレメントから形成されるものとして示されているウェハ支持部150と、真空パッド44と同様の真空パッド152と、ピストン160とを含む。図11に示されるように、研磨機はウェハ25をウェハサポート150の上に収め、一方真空パッド152は最初は、サポート150より上の位置にある。一旦ウェハサポート150が予め

定められた位置にウェハを置かれると、ピストン160によって制御される真空パッド152はウェハの方向に動き、真空作用によってそれを掴み取る。真空パッド152がウェハを保持しているので、ウェハサポート150は示されているように離れる。

【0035】そしてピストン160が、真空パッドとウェハが組み合わさったものを水槽136の方向に押す。これは図12に示されており、真空パッド152が水平面に対して小さな角度 α をなしてウェハ25を保持していることをも示している。角度 α が与えられているのは、前の実施例にあるように、真空パッド152の対称軸が垂直軸から小さな角度 α をなして形成されているからである。前の実施例にあるように、ウェハ25を α の角度で水に浸すことによって、十分に浸された後には泡がウェハの下表面に残ることがあったとしてもごく少ない。

【0036】図13は、完全に浸された状態の測定位置にあるウェハ25を示す。典型的には、ウェハ25は、窓140の水表面163に直接接触せず、代わりに、測定サポート168によって支持される。その結果、ウェハ25と窓の表面163との間に水の層164ができる。

【0037】一旦測定プロセスが終了すると、ピストン160はウェハ25をその元の位置に戻し、ウェハサポートエレメント150はそれらのウェハ受取り位置に戻る。ピストン160はウェハ25をウェハサポートエレメント150の上に置き、真空状態を解放する。ここで外部ロボットは、処理されかつ測定されたウェハのカセットがある別の出口ステーションにウェハを運び得る。

【0038】この発明は特別に示されかつ上述されたものに限定されないことは当業者に理解されるであろう。そうではなく、この発明の範囲は前掲の特許請求の範囲によって規定される。

【図面の簡単な説明】

【図1】先行技術の水トラックの概略図である。

【図2】研磨機内に装着可能であり、かつこの発明の好ましい実施例に従って構成され動作する、測定システムの概略図である。

【図3】動作の1段階における図2の測定システムの一部を形成する掴みシステムの側面図である。

【図4】動作の1段階における図2の測定システムの一部を形成する掴みシステムの側面図である。

【図5】動作の1段階における図2の測定システムの一部を形成する掴みシステムの側面図である。

【図6】動作の1段階における図2の測定システムの一部を形成する掴みシステムの側面図である。

【図7】動作の1段階における図2の測定システムの一部を形成する掴みシステムの側面図である。

【図8】動作の1段階における図2の測定システムの一部を形成する掴みシステムの側面図である。

【図 9】 この発明の測定システムの一部を形成する光学系の一例を示す概略図である。

【図 10】 この発明の測定システムの第 2 の実施例の上面図である。

【図 11】 ウェハの受取りの間の測定システムの側面図である。

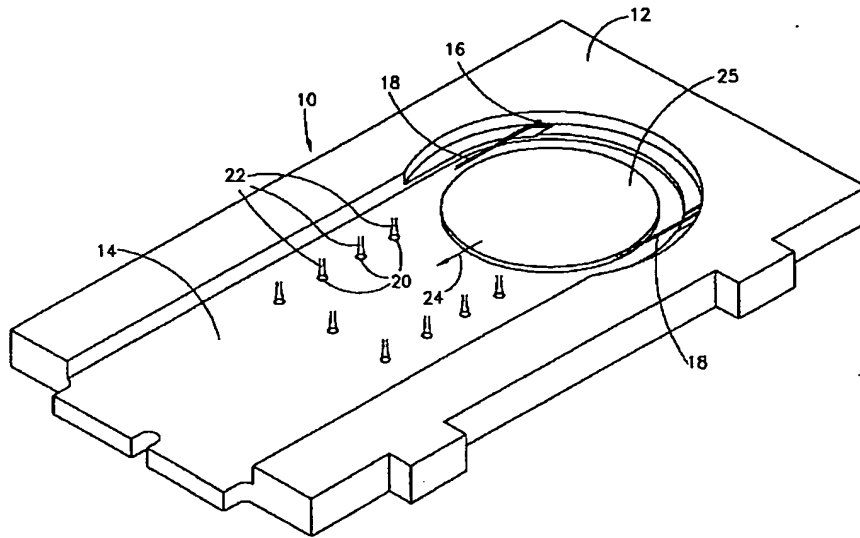
【図 12】 ウェハの移行の間の測定システムの側面図である。

【図 13】 ウェハの測定の間の測定システムの側面図である。

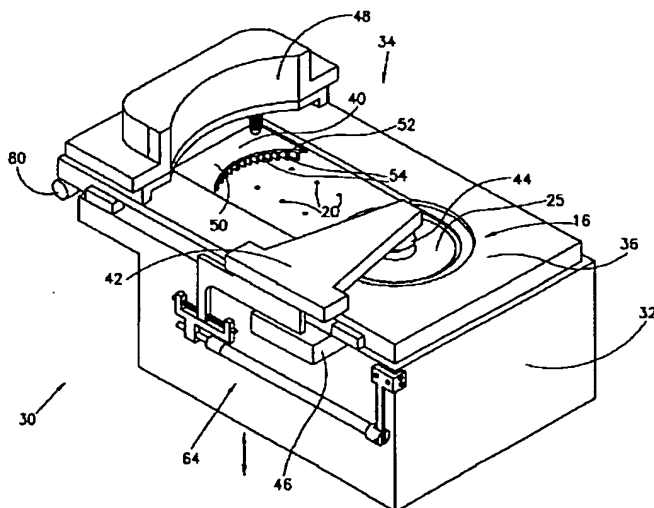
【符号の説明】

- 30 測定システム
- 32 光学系
- 34 掴み具
- 36 水トラック

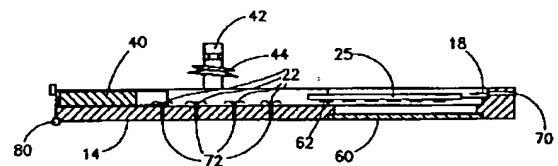
【図 1】



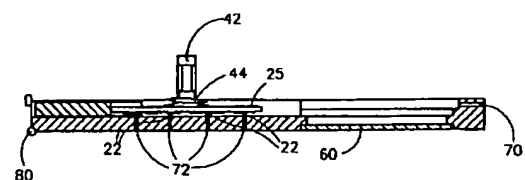
【図 2】



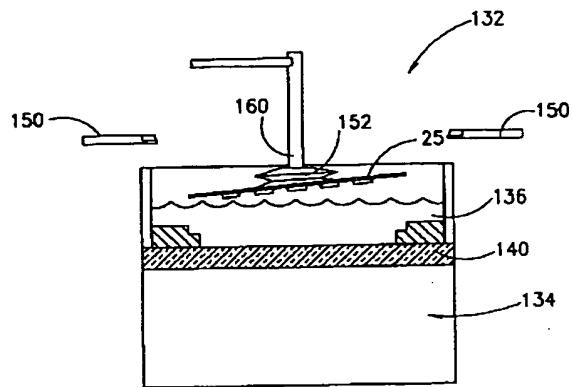
【図 3】



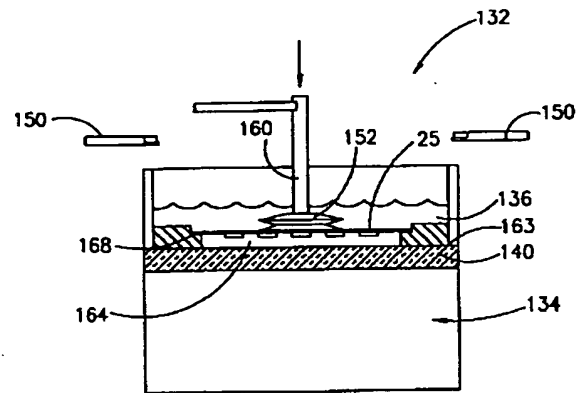
【図 4】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

(72)発明者 モシェ・フィナロフ
イスラエル、76209 レホボット、シュコ
ルニク・ストリート、4/25

(72)発明者 エリ・ハイモビック
イスラエル、56910 モシャブ・マグシミ
ム、ハーラバ・ストリート、23

(72)発明者 ベンヤミン・シュルマン
イスラエル、76100 レホボット、ハガ
ナ・ストリート、524/20